

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①1 DE 39 19 233 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
F 01 D 5/30  
F 01 D 5/32

②1 Aktenzeichen: P 39 19 233.4  
②2 Anmeldetag: 13. 6. 89  
④3 Offenlegungstag: 3. 5. 90

DE 39 19 233 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
22.03.89 CH 01080/89

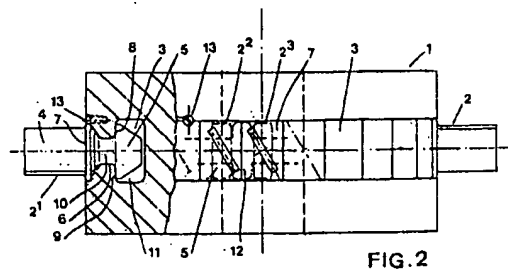
⑦1 Anmelder:  
Sulzer-Escher Wyss GmbH, 7980 Ravensburg, DE

⑦2 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Schaufelkranz einer axial durchströmten Turbomaschine und Verfahren zu dessen Herstellung

Die Laufschaufeln (2<sup>1</sup>, 2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>) eines Schaufelkranzes einer axialen Turbomaschine sind mit hammerförmig ausgebildeten Fußteilen (5) versehen, welche in eine in Umfangsrichtung des Rotors verlaufende profilierte Ringnut (3) eingesetzt werden, so daß die Auflageflächen (8) der Fußteile mit den entsprechenden Gegenflächen (9) der Ringnut (3) eine definierte Auflage mit hoher Festigkeit bilden. Zwischen dem Fußteil (5) und den Schaufelblättern (4) der Laufschaufeln sind Deckplatten (7) vorgesehen, deren Breite etwa doppelt so groß ist wie die Breite der Fußteile (5). An einer Stelle ist die Ringnut (3) zu einer Einführöffnung (12) aufgeweitet, in welche die Fußteile (5) der Laufschaufeln eingesetzt und anschließend in Umfangsrichtung in der Ringnut (3) verschoben werden. Nach dem Einsetzen der letzten Laufschaufel werden sämtliche Laufschaufeln um eine halbe Schaufelteilung in Umfangsrichtung verschoben, so daß die Auflageflächen (8) aller Fußteile (5), auch derjenigen beidseits der Einführöffnung (12) mit ihrer vollen Fläche auf der Gegenfläche (9) der Ringnut (3) aufliegen und somit die optimale Festigkeit der hammerförmigen Fußteile voll erhalten bleibt, ohne Schwächung an der Einführöffnung (12).



DE 39 19 233 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schaufelkranz einer axial durchströmten Turbomaschine mit einer Anzahl von, in regelmäßigen Abständen voneinander in wenigstens einer profilierten, in Umfangsrichtung verlaufenden Ringnut des Rotors der Turbomaschine mit ihrem Fußteil eingesetzten Laufschaufeln, wobei die Ringnut und das Fußteil Auflageflächen zur Halterung der Laufschaufeln in Radialrichtung aufweisen, und die Ringnut an einer Stelle zu einer Einführöffnung mit zum Einsetzen der Laufschaufel-Fußteile ausreichenden Abmessungen aufgeweitet ist, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Schaufelkranzes.

Schaufelkränze dieser Art für Axialturbinen oder -verdichter sind in der CH 3 85 891 angeführt und beschrieben. Die Fußteile der daraus bekannten Laufschaufeln und die Profile der Ringnuten sind sägezahnförmig mit einer Mehrzahl von Auflageflächen für jeden Schaufelfuß ausgebildet. Die Auflageflächen solcher Zackenfüße auf den entsprechenden Flächen der ebenfalls mit Zackenprofil ausgebildeten Ringnuten sind infolge der unvermeidlichen Toleranzen undefiniert, was zur Überbeanspruchung an gewissen Stellen und zu einer Verformung des Fußteiles führen kann. Wegen der bei einer Mehrzahl von Zacken erforderlichen relativ kleinen Radien im Zackengrund tritt an bestimmten Stellen eine erhebliche Erhöhung der mechanischen Spannungen auf, bei praktischen Ausführungen bis zu Formfaktoren von etwa 7, welche die Schubspannungen multiplikativ erhöhen, so daß in vielen Fällen die Streckgrenze erreicht und überschritten wird. Die Drehzahl des Rotors ist dadurch beschränkt.

Zur Herstellung eines solchen Schaufelkranzes, d.h. zur Montage der Laufschaufeln im Rotor werden diese nacheinander mit ihrem Fußteil an der Einführöffnung in die Ringnut eingesetzt und in Umfangsrichtung verschoben. Am Schluß wird die Einführöffnung mit Füllstücken und zuletzt mit einem Keil gefüllt. Bei einer anderen Variante werden die Laufschaufeln mit Zwischenstücken aneinandergefügt, wobei das letzte Zwischenstück mehrteilig ausgeführt ist und ein sogenanntes Schaufelschloß bildet. Eine solche vorbekannte Montage der Laufschaufeln erfordert zusätzliche Teile und ist daher kompliziert und aufwendig. Zudem ist die Festigkeit durch die Füllteile und insbesondere durch das Schloß herabgesetzt, so daß auch hierdurch die erreichbaren Rotor-Drehzahlen limitiert sind.

Die Erfindung setzt sich die Aufgabe, den Schaufelkranz einer axial durchströmten Turbomaschine der eingangs erwähnten Art derart weiterzubilden, daß die Festigkeit des Schaufelkranzes erhöht ist und insbesondere die Spitzenspannungen in den Laufschaufeln reduziert werden und somit die Beanspruchung des Schaufelkranzes erhöht werden kann, so daß der Rotor der Turbomaschine mit einer höheren Drehzahl betrieben werden kann, ohne daß die Streckgrenze des Materials überschritten wird, wobei zusätzliche festigkeitsreduzierende Bauteile vermieden werden sollen und eine einfachere Herstellbarkeit und Montage der Laufschaufeln erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Fußteile der Laufschaufeln an ihrem Ende in der Form eines in Achsenrichtung des Rotors orientierten, von der Ringnut aufgenommenen Hammers ausgebildet sind, der mit einem den Schlitz der Ringnut durchsetzenden Hals mit den Schaufelblättern der Laufschaufel verbunden ist, wobei zwischen Hals und Schaufelblättern

eine Deckplatte mit größerer Breite in Umfangsrichtung als die Breite des Hammers vorgesehen ist, und die Deckplatten benachbarter Laufschaufeln direkt aneinander anstoßen, und daß die Deckplatten der Laufschaufeln in Umfangsrichtung so verschoben sind, daß die Einfüllöffnung jeweils etwa zur Hälfte von den Deckplatten zweier benachbarter Laufschaufeln überdeckt wird.

Ein solcher Schaufelkranz läßt sich erfindungsgemäß dadurch herstellen, daß die Fußteile der Laufschaufeln nacheinander in die Einführöffnung eingeführt werden, anschließend seitlich in Umfangsrichtung verschoben werden, und daß nach dem Einsetzen der letzten Laufschaufel des Schaufelkranzes sämtliche Laufschaufeln des Schaufelkranzes in Umfangsrichtung etwa um die Hälfte der Breite ihrer Deckplatten, d.h. um eine halbe Schaufelteilung in Umfangsrichtung verschoben werden.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Position des Schaufelkranzes in dieser Stellung mittels wenigstens einer Arretiervorrichtung zu blockieren, sowie die Breite der Deckplatte etwa doppelt so groß zu wählen wie die Breite des Fußteiles.

Die Erfindung wird anhand der in den Figuren wiedergegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei vorteilhafte Weiterbildungen offenbart und die mit der Erfindung erreichbaren Vorteile angegeben werden. Es zeigen:

Fig. 1 einen Rotor mit teilweiser Beschauelfung in Aufsicht in Achsenrichtung mit partiellem Ausschnitt,

Fig. 2 einen Rotor mit einem Schaufelkranz in Aufsicht quer zur Achse mit partiellem Ausschnitt,

Fig. 3 eine Laufschaufel mit Fußteil in Perspektive,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen Schaufelkranz während des Einsetzens eines Schaufelfußes, und

Fig. 5 einen Querschnitt durch einen beschauelfelten Schaufelkranz in Endposition.

Fig. 1 und 2 zeigen den Rotor 1 einer axial durchströmten Turbomaschine, beispielsweise einer Axialturbinen oder eines Axialverdichters mit teilweiser Beschauelfung eines Schaufelkranzes in zwei verschiedenen Ansichten, wobei jeweils ein Teil des Schaufelkranzes im Querschnitt und im Axialschnitt ausgeschnitten ist. Es wird bemerkt, daß statt eines einzigen Schaufelkranzes auch mehrere in zueinander parallelen Ebenen angeordnete Schaufelkränze vorgesehen sein können. Jeder Schaufelkranz besteht aus einer Anzahl von in regelmäßigen Abständen zueinander angeordneten Laufschaufeln 2<sup>1</sup>, 2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>, welche in einer in Umfangsrichtung des Rotors 1 verlaufenden profilierten Ringnut eingesetzt sind.

Die Laufschaufeln 2 weisen, wie insbesondere auch aus Fig. 3 ersichtlich ist, ein Schaufelblatt 4 in vereinfachter Darstellung und ein hammerförmig ausgebildetes Fußteil 5 auf, das mit einem Halsteil 6 unter Zwischenschaltung einer Deckplatte 7 mit dem Schaufelblatt 4 verbunden ist. Das hammerförmige Fußteil 5 weist beidseits je eine Auflagefläche 8 auf, welche mit einer entsprechenden Auflagefläche 9 der hinterdrehten Ringnut 3 zusammenwirkt und die Laufschaufeln 2 in radialer Richtung festhält. Die Ringnut 3 ist im übrigen derart profiliert, daß die Abmessungen deren Schlitzes 10 an das Halsteil 6 der Laufschaufel 2 angepaßt sind und deren hinterdrehter Raum 11 dem Fußteil 5, wobei die Toleranzen so gewählt sind, daß ein leichter Gleitsitz gebildet wird. Weiterhin weist die Nut 3 mindestens eine Einführöffnung 12 auf, deren Abmessungen den Breiten  $b_1$  und  $b_2$  des Fußes 5 in Achsenrichtung und in Um-

fangsrichtung entsprechen und somit ein Einführen der Laufschaufel-Fußteile 5 in die Ringnut 3 an dieser Stelle gestattet.

Dadurch daß bei dem beschriebenen Fußteil 5 beidseits nur je eine Auflagefläche 8 vorgesehen ist, wird eine definierte Auflage mit vorhersehbaren Spannungsverhältnissen erreicht. Die Form des hammerförmig ausgebildeten Fußteiles bringt es zudem mit sich, daß verhältnismäßig große Krümmungsradien verwendet werden können, beispielsweise mindestens 20% der Breite der Auflagefläche 8. Der Formfaktor, mit welchem die Schubspannungen multiplikativ erhöht werden, konnte durch diese Formgebung auf ca. 3 herabgesetzt werden. Die Spannungsspitzen können dadurch deutlich reduziert werden, bzw. die zulässige Drehzahl konnte bis 20% höher angesetzt sein.

Die Deckplatte 7 der Laufschaufeln weist in Umfangsrichtung eine Breite  $b_3$  auf, welche etwa das Doppelte der Breite  $b_2$  des hammerförmigen Fußteiles 5 in Umfangsrichtung oder mehr beträgt. Damit wird erreicht, daß die einzelnen Laufschaufeln 2 eines Schaufelkranzes mit ihren Deckplatten 7 aneinander anstoßend in der Nut 3 montiert werden können, ohne daß Zwischenstücke erforderlich sind, und wobei die Schaufelblätter 4 trotzdem den erforderlichen Abstand voneinander aufweisen.

In Fig. 4 ist das Einsetzen der letzten Laufschaufel 2<sup>2</sup> durch die Einführöffnung 12 in die Ringnut 3 schematisch dargestellt. Das Fußteil 5 wird durch die Einführöffnung 12 in die Ringnut 3 hineingeschoben, und anschließend werden sämtliche Laufschaufeln um eine halbe Breite der Deckplatte 7, d.h. um eine halbe Schaufelteilung in Umfangsrichtung verschoben.

Fig. 5 zeigt den Schaufelkranz in seiner Endposition. Bei den gewählten Abmessungen der Deckplatte im Vergleich zum Fußteil überdeckt jeweils angenähert ein Viertel der Deckplatten 7 zweier benachbarter Laufschaufeln 2<sup>2</sup> und 2<sup>3</sup> die Einführöffnung 12. Hingegen liegen beide hammerförmig ausgebildete Fußteile 5 mit ihren Auflageflächen 8 voll auf den entsprechenden Gegenflächen 9 der Ringnut 3 auf. Somit wird für alle Laufschaufeln, d.h. auch für die beiden letzten Laufschaufeln, der Schaufelfuß 5 in seiner ganzen Breite voll gestützt. Da auch keine festigkeitsreduzierenden Zusatzteile, wie z.B. Schloßteile vorgesehen oder erforderlich sind, bleibt die durch die spezielle Ausbildung und Formgebung des Fußteiles 5 erhöhte Festigkeit voll erhalten und wird auch nicht an der Einsetzstelle der Schaufelfüße reduziert.

Um den fertig montierten Schaufelkranz gegen eine Verdrehung während des Betriebes zu sichern, ist am Rande der Nut mindestens eine Arretiervorrichtung 13, z.B. eine Schraube oder ein Stift vorgesehen, welche die Position der Laufschaufeln des Schaufelkranzes fixiert, so daß die optimale Festigkeit des Schaufelkranzes auch bei starker Beanspruchung im Betrieb der Turbomaschine erhalten bleibt.

#### Patentansprüche

1. Schaufelkranz einer axial durchströmten Turbomaschine mit einer Anzahl von in regelmäßigen Abständen voneinander in wenigstens einer profilierten, in Umfangsrichtung verlaufenden Ringnut (3) des Rotors (1) der Turbomaschine mit ihrem Fußteil (5) eingesetzten Laufschaufeln (2, 2<sup>1</sup>, 2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>), wobei die Ringnut (3) und das Fußteil (5) Auflageflächen (8, 9) zur Halterung der Laufschaufeln (2, 2<sup>1</sup>,

2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>) in Radialrichtung aufweisen, und die Ringnut (3) an einer Stelle zu einer Einführöffnung (12) mit zum Einsetzen der Laufschaufel-Fußteile (5) ausreichenden Abmessungen aufgeweitet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Fußteile (5) der Laufschaufeln (2, 2<sup>1</sup>, 2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>) an ihrem Ende in der Form eines in Achsenrichtung des Rotors (1) orientierten Hammers ausgebildet sind, der mit einem den Schlitz (10) der Ringnut (3) durchsetzenden Halsteil (6) mit den Schaufelblättern (4) der Laufschaufeln verbunden ist, wobei zwischen Halsteil (6) und Schaufelblättern (4) eine Deckplatte (7) mit größerer Breite ( $b_3$ ) in Umfangsrichtung als die Breite ( $b_2$ ) des hammerförmigen Fußteiles (5) vorgesehen ist, und die Deckplatten (7) benachbarter Laufschaufeln (2<sup>1</sup>, 2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>) direkt aneinander anstoßen, und daß die Deckplatten (7) der Laufschaufeln in Umfangsrichtung so verschoben sind, daß die Einfüllöffnung (12) jeweils etwa zur Hälfte von den Deckplatten (7) zweier benachbarter Laufschaufeln (2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>) überdeckt ist.

2. Schaufelkranz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckplatten (7) in Umfangsrichtung mindestens etwa die doppelte Breite ( $b_3$ ) haben wie die Breite ( $b_2$ ) des hammerförmigen Fußteiles (5) in Umfangsrichtung, so daß sämtliche Fußteile (5), einschließlich der der Einführöffnung (12) benachbarten, mit ihrer gesamten Auflagefläche (8) in Umfangsrichtung auf den Auflageflächen (9) der Ringnut (3) aufliegen.

3. Schaufelkranz nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Halsteil (6) an seinen Ansatzstellen an das hammerförmige Fußteil (5) und/oder an die Deckplatte (7) mit einem Krümmungsradius ausgeführt ist, welcher mindestens 20% der Breite der Auflagefläche (8) beträgt.

4. Verfahren zur Herstellung eines Schaufelkranzes nach einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fußteile (5) der Laufschaufeln nacheinander in die Einführöffnung (12) der Ringnut (3) eingeführt und dann in der Ringnut (3) in Umfangsrichtung verschoben werden und daß nach dem Einführen des Fußteiles (5) der letzten Laufschaufel (2<sup>2</sup>) in der Ringnut (3) sämtliche Laufschaufeln um etwa die Hälfte der Breite ( $b_3$ ) ihrer Deckplatten (7) in Umfangsrichtung verschoben werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Position der Laufschaufeln (2<sup>1</sup>, 2<sup>2</sup>, 2<sup>3</sup>) nach dem Einsetzen aller Fußteile (5) in die Ringnut (3) und nach Verschiebung der Laufschaufeln um etwa die Hälfte der Deckplatten-Breite ( $b_3$ ) mittels einer Arretiervorrichtung (13) fixiert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

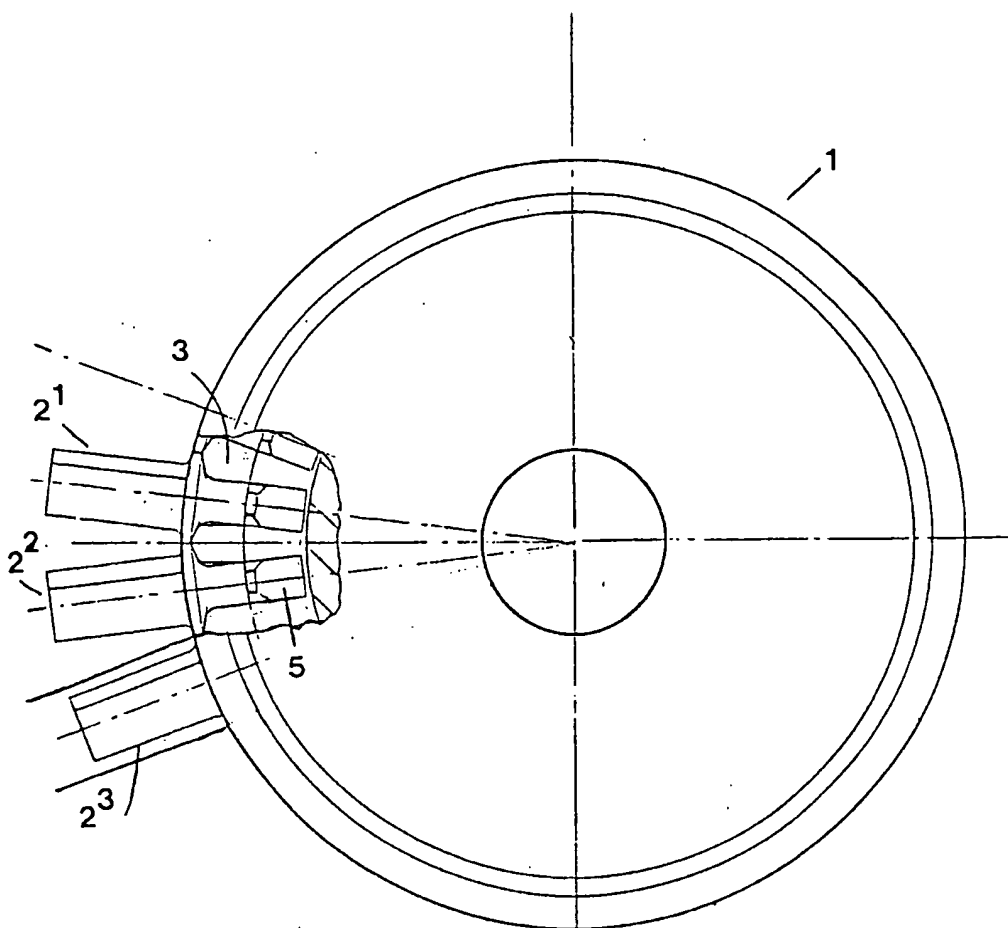


FIG. 1

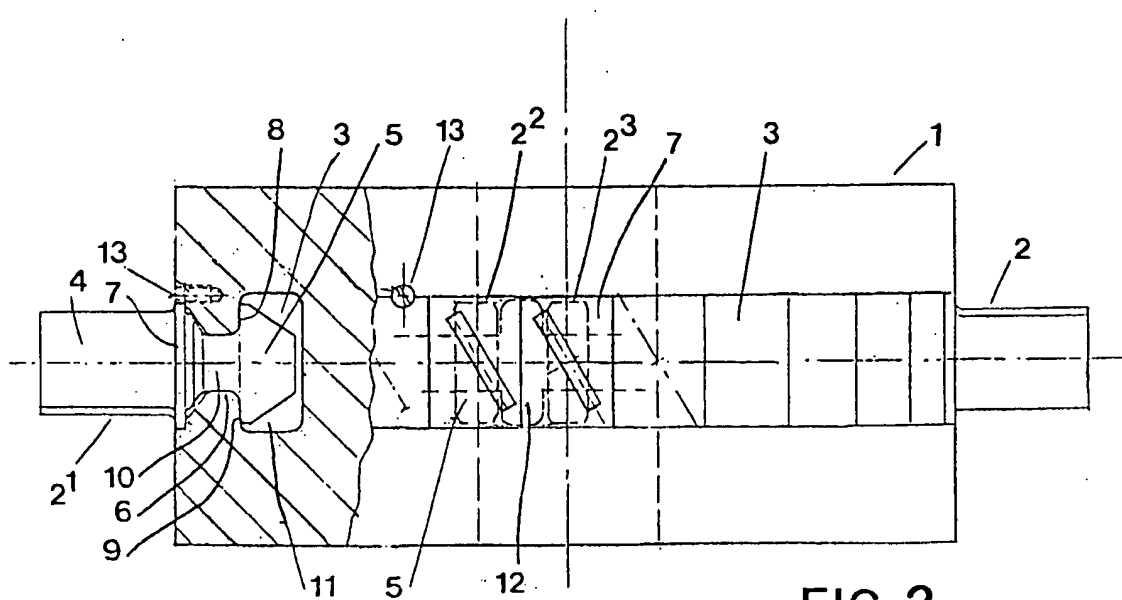


FIG. 2

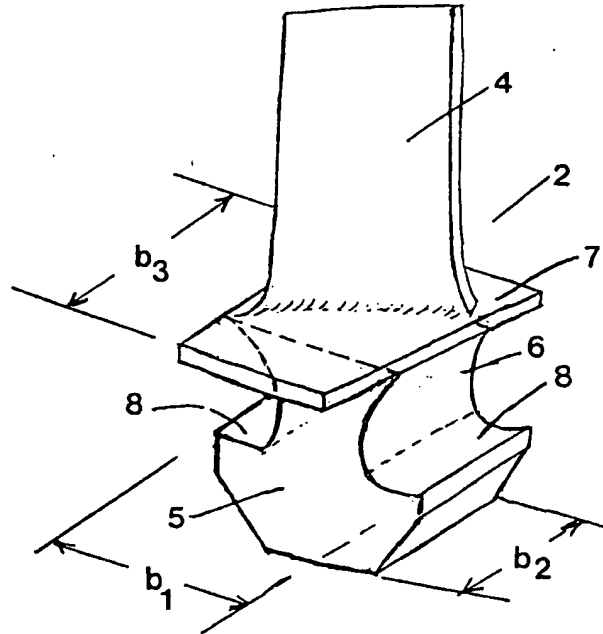


FIG. 3

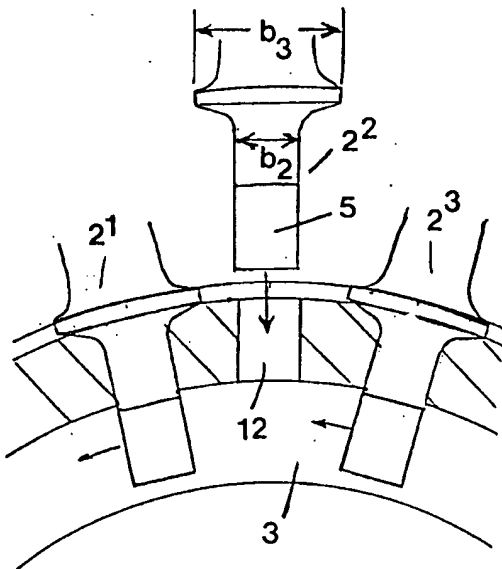


FIG. 4

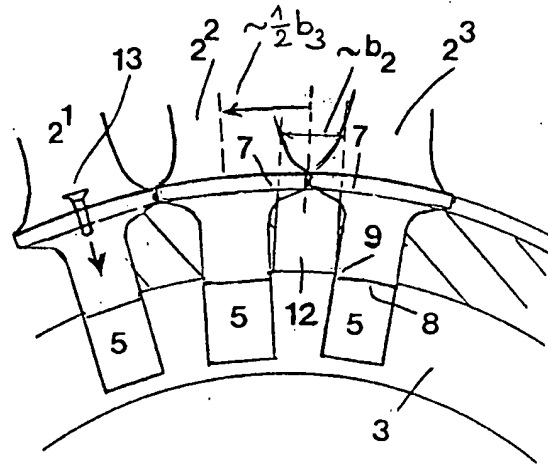


FIG. 5

## **Rotor blade arrangement for axial flow turbine - uses blades with hooked base below rectangular flange for strong connection when ring is complete**

**Patent number:** DE3919233

**Publication date:** 1990-05-03

**Inventor:**

**Applicant:** ESCHER WYSS GMBH (DE)

**Classification:**

- international: **F01D5/30; F01D5/00**; (IPC1-7): F01D5/30; F01D5/32

- european: F01D5/30C2B

**Application number:** DE19893919233 19890613

**Priority number(s):** CH19890001060 19890322

**Also published as:**



CH678750 (A5)

**Report a data error here**

### **Abstract of DE3919233**

Each blade for the rotor of an axial flow turbine extends from a base (5) with a necked part immediately below a rectangular flange (7). Each base is inserted into a radial opening (12) through the periphery of the rotor body so that it enters a ring shaped groove (3) in the rotor body. Each base is hammer head shaped and the larger dimension (b3) of the flange is larger than the thickness of the base. After the last blade has been inserted, to complete the ring of blades, they are all shifted for half the pitch in the peripheral direction so that they are completely locked against the inside surface of the groove.  
USE/ADVANTAGE - Rotor blades for high-speed turbine of max. strength, permitting high speed operation.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide